

N° 684.239



Classification internationale :

Publié sous le n° 684.239

2-1966

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

## BREVET D'INVENTION

Le Ministre des Affaires Économiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention ;

Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle ;

Vu le procès-verbal dressé le 15 juillet 1966 à 15 h. 40

au Service de la Propriété Industrielle ;

A E S T E :

Article 1. — Il est décerné à L'UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION,  
Washington D.C. 20545, (Etats-Unis d'Amérique),  
repr. par l'Office Biebuyck à Bruxelles,

un brevet d'invention pour : Éléments combustibles pour réacteur nucléaire

(Inv. L.-C.H. Bloomster et J. Jamer),  
qu'elle déclare avoir fait l'objet d'une demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 20 juillet 1965, n° 475.538 au nom de L.-C.H. Bloomster et J. Jamer dont elle est l'ayant droit.

Article 2. — Le brevet est accordé sous réserve de ses risques et périls, sans garantie de la part de l'État, en la limite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, soit de la nouveauté de l'invention.

Au présent arrêté est joint un descriptif de la spécification de l'invention (mémoire descriptif) et éventuellement de ses dépendances par l'auteur et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Fait à Bruxelles le 15 septembre 1966

SÉRIALE :

Le Directeur Général,

584239

MEMOIRE DESCRIPTIF

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

formulée par

UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION

pour :

"ELEMENT COMBUSTIBLE POUR REACTEUR NUCLEAIRE"

Inventeurs : Clarence Howard BLOOMSTER et

Joseph JAMES

Convention : Demande de brevet aux Etats-Unis n° 473.538

du 20.7.1965 au nom de l'inventeur ci-dessus

dont la demanderesse est l'ayant droit.

---

La présente invention concerne un élément combustible à enrichissement hétérogène dans lequel la concentration des atomes fissiles est variable. Plus particulièrement l'invention concerne un élément combustible de ce type contenant du plutonium.

Le brevet français n° 1.429.947 décrit un élément combustible dans lequel un fil hautement enrichi est disposé longitudinalement à travers un combustible du type céramique faiblement enrichi. Pour différentes raisons influant sur le fonctionnement du réacteur, il peut être désirable que la concentration des atomes fissiles varie longitudinalement et/ou radialement dans l'élément combustible. Cependant il existe des difficultés pour réaliser un tel élément.

La présente invention a pour but de réaliser un élément combustible avec une concentration variable des atomes fissiles, cet élément étant le plus à une fabrication relativement peu coûteuse et facile.

Un élément combustible selon l'invention comporte un fil hautement enrichi d'une forme spéciale permettant de faire varier la concentration des atomes fissiles. Selon l'invention le fil peut être une hélice à pas variable. Ce fil peut aussi être une hélice à diamètre variable.

Les caractéristiques de l'invention ressortiront plus particulièrement de la description suivante, donnée à titre d'exemple, et faite en se référant au dessin annexé, sur lequel:

La figure 1 est une coupe verticale d'un élément combustible contenant un fil en hélice à pas variable à travers une série de passages radiaux.

La figure 2 est une coupe verticale d'un élément combustible comportant un fil en hélice à pas variable à travers du combustible broyé aggloméré.

La figure 3 est une coupe verticale d'un élément

00439

combustible comportant un fil en hélice de diamètre variable.

L'élément combustible 10 représenté sur la figure 1 contient un certain nombre de pastilles annulaires 11 en bioxyde d'uranium naturel fritté empilées de façon à ménager un alésage axial 12. Les pastilles 11 sont enfermées dans une gaine 13 en Zircaloy-2 fermée par des bouchons 14 aux extrémités.

Un fil en hélice 15 est placé à travers l'alésage axial 12 à l'intérieur des pastilles 11 et le pas de l'hélice varie d'une valeur maximale au milieu de la longueur de l'élément à une valeur minimale aux extrémités. Le diamètre du fil ainsi que le diamètre de l'hélice sont uniformes. Les extrémités du fil 15 peuvent être fixées aux bouchons 14. L'espace vide à l'intérieur de l'alésage 12, non occupé par le fil 15, est rempli d'une masse 16 en bioxyde d'uranium naturel en granules, passant au tamis à ouvertures de 0,24 mm. Le fil 15 peut être en alliage de plutonium à 15% de zirconium et peut être nu ou revêtu d'une matière protectrice convenable. Il sera noté que dans l'élément combustible de la figure 1, ainsi que dans ceux des autres figures, le fil peut contenir non seulement du plutonium-239, mais aussi ou à la place de l'uranium-233 ou de l'uranium-235.

Parmi les différents procédés pouvant être utilisés pour obtenir un pas variant de façon continue dans une hélice de fil métallique, le plus simple consiste à suspendre l'hélice avec un poids fixé à l'hélice et à permettre l'allongement à la longueur désirée. Le poids augmente de spire en spire quand la distance par rapport au point de suspension diminue et il en résulte une variation du pas en fonction de la composition de l'hélice, du diamètre de l'hélice et du diamètre du fil. En utilisant ce procédé pour le fil <sup>15</sup> de la figure 1, le point de suspension doit se trouver au milieu du fil, et l'opération doit

être répétée deux fois, une fois pour chaque moitié de l'hélice.

La décroissance du pas du centre vers les deux extrémités du fil en hélice 15 apporte une variation axiale de l'enrichissement dont les avantages sont évidents. Le fil en hélice 15 permet la variation de l'enrichissement dans un élément combustible du type décrit dans le brevet Français N° 1.429.947 précité.

L'élément combustible 17 représenté sur la figure 2 comporte une gaine 13 en Zircaloy-2, des bouchons 14 aux extrémités et un fil contenant du plutonium. L'élément combustible 17 contient aussi une masse 18 de bioxyde d'uranium naturel broyé et aggloméré par vibration. L'agglomération par vibration peut être obtenue de la façon décrite dans le brevet E.U.A. N° 3.042.594 du 3 juillet 1964. Les extrémités du fil 15 sont fixées aux bouchons 14 pour maintenir le fil sous tension.

Comme dans le cas du fil 15 de l'élément combustible 10 de la figure 1, le fil 15a de l'élément 17 de la figure 2 est formé en hélice d'un diamètre relativement petit, et il est largement espacé de la surface intérieure de la gaine 13.

Cependant, il est possible sans sortir du cadre de l'invention d'augmenter le fil d'hélice jusqu'à ce que le fil 15a arrive en contact avec la surface intérieure de la gaine 13.

Cette disposition est préférable dans un réacteur compact générateur d'énergie dans lequel le flux thermique maximal par unité de surface est recherché.

L'élément combustible 19 de la figure 3 comporte une gaine 13, des bouchons 14 et une masse 18 de bioxyde d'uranium naturel broyé, aggloméré par vibration. L'élément combustible 19 comporte aussi un fil en hélice 20 contenant du plutonium, le diamètre de l'hélice variant d'une valeur minimale au milieu jusqu'à une valeur maximale aux extrémités. Cette disposition permet une

004339

variation radiale de la concentration des atomes fissiles et l'aplatissement de la distribution du flux le long de l'élément combustible 19. Si le pas du fil 20 est uniforme, la quantité de fil par unité de longueur de l'élément combustible 19 varie d'un minimum au centre à un maximum aux extrémités, et il en résulte une variation correspondante de la concentration des atomes fissiles dans le sens longitudinal de l'élément combustible. Si la concentration des atomes fissiles ne doit pas varier longitudinalement dans l'élément combustible 19, le pas du fil 20 doit varier d'un minimum au centre à un maximum aux extrémités, de la façon représentée sur la figure 3, afin que la quantité de fil par unité de longueur soit constante.

Suivant un autre mode de mise en oeuvre de l'invention, comportant l'utilisation d'un faisceau d'éléments combustibles en forme de barreaux, la chaleur engendrée peut être rendue optimale en enrichissant les différents éléments combustible de l'ensemble par des quantités différentes de plutonium.

Ce résultat est obtenu d'une façon simple et économique en formant une hélice de pas et de diamètre constants, et en utilisant des longueurs différentes d'hélice, d'après les différentes quantités nécessaires de plutonium, les hélices obtenues étant allongées à la même longueur finale, avec ou sans variation continue du pas. Ce procédé simple pour l'enrichissement variable des éléments combustibles facilite l'établissement de charges équilibrées dans le coeur d'un réacteur.

Suivant un autre mode de mise en oeuvre de l'invention un fil en hélice à pas variable contenant du plutonium est appliqué à l'extérieur de la gaine de l'élément combustible.

Ce fil peut servir à l'enrichissement initial ou à la régénération d'un élément combustible.

Le fil hélicoïdal peut être formé d'un tube en acier inoxydable ou en Zircaloy-2 de petit diamètre contenant du plutonium et d'un remplissage en oxyde magnésium à l'intérieur du tube. Le fil en hélice appliqué à l'extérieur peut servir à maintenir l'espacement entre l'élément combustible sur lequel il est appliqué et les autres éléments combustibles. Si le fil extérieur est appliqué pour régénérer l'élément combustible, il existe une séparation entre le plutonium utilisé pour la régénération et le plutonium situé à l'intérieur de l'élément combustible, soit en élément droit, soit en élément hélicoïdal.

Quelle que soit sa forme, un élément combustible selon l'invention est d'une fabrication relativement peu coûteuse et facile, parce que le fil enrichi est d'un diamètre uniforme et peu coûteux et facile de le former en hélice.


Bien entendu les exemples qui précèdent ne sont pas limitatifs et l'invention peut être mise en oeuvre suivant d'autres variantes sans que l'on sorte de son cadre.

#### R E S U M E

L'invention a pour objet un élément combustible pour réacteur nucléaire remarquable notamment par les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaisons:

1° - Il comprend une masse allongée de combustible du type céramique à enrichissement relativement faible et un fil en hélice variable de combustible métallique à enrichissement relativement élevé disposé axialement à travers la masse.

2° - Le pas de l'hélice du fil varie d'un maximum dans la partie située au milieu de la longueur du fil à un minimum aux extrémités du fil.



007200

3° -Le diamètre de l'hélice du fil varie d'un minimum dans la partie située au milieu de la longueur du fil à un maximum aux extrémités du fil.

4° -L'élément combustible comprend un empilage de pastilles annulaires frittées à enrichissement relativement faible et le fil en hélice est disposé à travers les ouvertures de ces pastilles.

5° -Une masse de combustible aggloméré par vibration à enrichissement relativement faible est disposée sur toute la longueur de l'empilage des pastilles à travers les ouvertures de celle-ci et autour du fil en hélice.

6° -L'élément combustible comprend une masse de combustible aggloméré par vibration à enrichissement relativement faible occupant tout l'intérieur de l'élément combustible et entourant le fil en hélice.

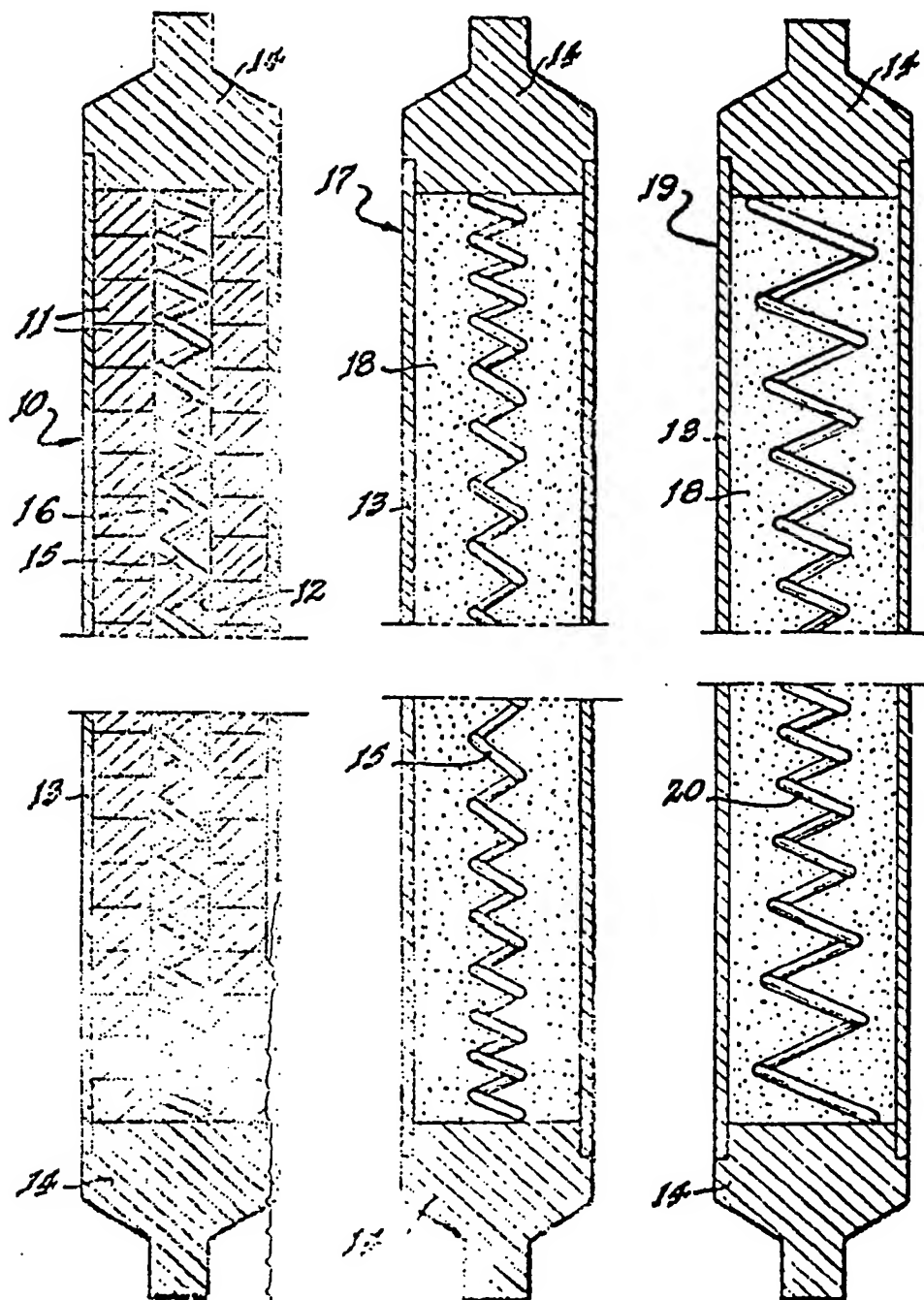
Bar pour UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION.

Bar Keller le 15. 7. 66.

Heiter



Fig--1 Fig-2 Fig-3



Bruxelles, le 15 juillet 1966.

Par son. 1. UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION

11/5/66

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**